

(19)



JAPANESE PATENT OFFICE

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: **06120116 A**

(43) Date of publication of application: **28 . 04 . 94**

(51) Int. Cl.

H01L 21/027
G03B 27/32
G03F 9/00

(21) Application number: **04264658**

(71) Applicant: **NIKON CORP**

(22) Date of filing: **02 . 10 . 92**

(72) Inventor: **HIRUKAWA SHIGERU**

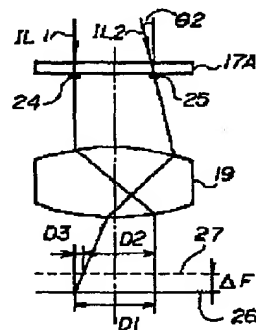
(54) **BEST FOCUS MEASURING METHOD**

(57) Abstract:

PURPOSE: To measure the best focus position of a projection optical system, only by performing exposure without changing the focus position of a photosensitive substrate.

CONSTITUTION: A first pattern 24 and a second pattern 25 on a mask 17A are irradiated with exposure lights IL1 and IL2, respectively, which have different inclination angles of principal rays to the optical axis of a projection optical system 19. Thus the images of the patterns 24, 25 are projected on the exposure surface on a surface 27. The interval D2 between the images of the patterns 24 and 25 is measured. The defocus amount ΔF is obtained by using the relation between the interval D2 and the defocus amount ΔF which relation is previously obtained.

COPYRIGHT: (C)1994,JPO&Japio



(19)日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11)特許出願公開番号

特開平6-120116

(43)公開日 平成6年(1994)4月28日

(51)Int.Cl. ⁵	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
H 0 1 L 21/027				
G 0 3 B 27/32	F	9017-2K		
G 0 3 F 9/00	H	9122-2H		
		7352-4M	H 0 1 L 21/ 30	3 1 1 N

審査請求 未請求 請求項の数2(全 7 頁)

(21)出願番号 特願平4-264658

(22)出願日 平成4年(1992)10月2日

(71)出願人 000004112

株式会社ニコン

東京都千代田区丸の内3丁目2番3号

(72)発明者 蛭川 茂

東京都千代田区丸の内3丁目2番3号 株

式会社ニコン内

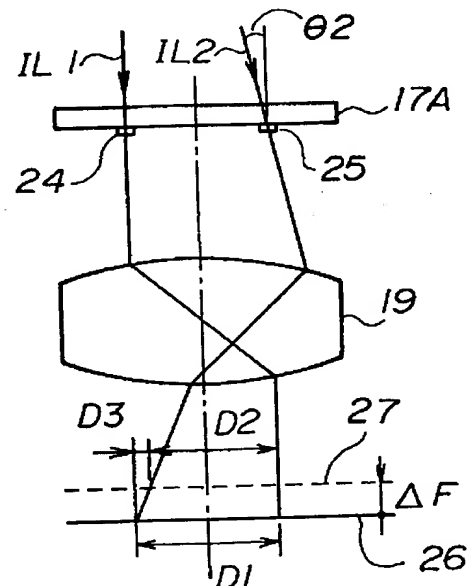
(74)代理人 弁理士 大森 聡

(54)【発明の名称】 ベストフォーカス計測方法

(57)【要約】

【目的】 感光基板のフォーカス位置を変化させずに露光を行うだけで投影光学系のベストフォーカス位置を計測する。

【構成】 マスク17A上の第1パターン24及び第2パターン25をそれぞれ投影光学系19の光軸に対する主光線の傾斜角が異なる露光光IL1及びIL2で照明して、パターン24及び25の像を面27上の露光面に投影する。パターン24及び25の像の間隔D2を計測し、予め求めてある間隔D2とデフォーカス量 ΔF との関係よりそのデフォーカス量 ΔF を求める。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 転写用のパターンが形成されたマスクを露光光で照明する照明光学系と、前記転写用のパターンの像を感光基板上に投影する投影光学系と、前記感光基板を載置して前記投影光学系の光軸方向に前記感光基板を位置決めする基板ステージとを有する投影露光装置の前記投影光学系の最良結像面の位置を求める方法において、

前記マスクとして所定間隔で第1パターン及び第2パターンが形成されたマスクを使用して、前記第1パターン及び第2パターンをそれぞれ主光線の傾斜角が異なる露光光で照明し、前記第1パターン及び第2パターンの像を前記感光基板上に露光する第1工程と、

前記第1パターン及び第2パターンの像の間隔を計測する第2工程と、

該第2工程で計測された間隔並びにデフォーカス量と前記第1パターン及び第2パターンの像の間隔との関係より、前記第1パターン及び第2パターンの像を露光したときの前記感光基板の位置から前記投影光学系の最良結像面までの間隔及び方向を求める第3工程とを有する事

を特徴とするベストフォーカス計測方法。

【請求項2】 転写用のパターンが形成されたマスクを露光光で照明する照明光学系と、前記転写用のパターンの像を感光基板上に投影する投影光学系と、前記感光基板を載置して前記投影光学系の光軸方向に前記感光基板を位置決めする基板ステージとを有する投影露光装置の前記投影光学系の最良結像面の位置を求める方法において、

前記マスク上の所定のパターンを主光線が第1の傾斜角の露光光で照明して前記所定のパターンの像を前記感光基板上に露光する第1工程と、

前記マスク上の所定のパターンを主光線が前記第1の傾斜角とは異なる第2の傾斜角の露光光で照明して前記所定のパターンの像を前記感光基板上に露光する第2工程と、

前記第1工程で露光された前記所定のパターンの像と前記第2工程で露光された前記所定のパターンの像との間隔を計測する第3工程と、

該第3工程で計測された間隔及びデフォーカス量と前記間隔との関係より、前記所定のパターンの像を露光したときの前記感光基板の位置から前記投影光学系の最良結像面までの間隔及び方向を求める第4工程とを有する事を特徴とするベストフォーカス計測方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、例えば半導体素子、液晶表示素子又は薄膜磁気ヘッド等をリソグラフィ工程で製造する際に使用される投影露光装置の投影光学系のベストフォーカス位置を求める場合に適用して好適なベストフォーカス計測方法に関する。

【0002】

【従来の技術】 例えば半導体素子、液晶表示素子又は薄膜磁気ヘッド等をリソグラフィ工程で製造する際に、フォトリソグラフィ又はレチクル（以下「レチクル」と総称する）のパターンの像を投影光学系を介して感光基板上に結像する投影露光装置が使用されている。斯かる投影露光装置において、レチクルのパターンを高い解像度で感光基板上に露光するには、その感光基板を投影光学系の最良結像面（ベストフォーカス面）に対して焦点深度の範囲内で合致させた状態で露光を行う必要がある。そのためには、何等かの方法で投影光学系のベストフォーカス面の位置、即ちベストフォーカス位置を求める必要がある。

【0003】 従来のベストフォーカス位置の計測方法として、例えば投影光学系に対する感光基板の位置（以下「フォーカス位置」という）を変化させながら順次その感光基板上に所定のパターンの露光を行い、最も微細なパターンが分離して結像されているフォーカス位置をベストフォーカス位置とする方法が知られている。そして、実際に転写対象とする回路パターン等（以下「実素子パターン」という）の露光を行う場合には、その所定のパターンを用いて且つフォーカス位置を変化させて求めたベストフォーカス位置に感光基板を設定した状態で露光が行われる。その他に、フォーカス位置を変化させながら感光基板上に特定のパターンの露光を行い、露光されたパターンの形状の変化が最も少ないフォーカス位置をベストフォーカス位置とする方法も知られている。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】 上記のような従来の計測方法においては、ベストフォーカス位置を求めるためには、必ずフォーカス位置を変化させて所定のパターンの露光を行う必要があった。しかしながら、フォーカス位置を変化させて露光を繰り返して計測を行うのでは、計測時間が長くなるという不都合があった。

【0005】 また、一度ベストフォーカス位置を求めた後に、フォーカス位置を固定して実素子パターンの露光を行う場合でも、露光光の照射エネルギーの吸収等により投影光学系のベストフォーカス位置が次第に変化することがある。このようにベストフォーカス位置が変化して不良のロットが発生すると、再度ベストフォーカス位置を求め直す必要が生じるが、従来の計測方法でベストフォーカス位置の再計測を行うのでは時間的な損失が極めて大きいという不都合がある。

【0006】 本発明は斯かる点に鑑み、フォーカス位置を変化させずに露光を行うだけで投影光学系のベストフォーカス位置の計測ができるベストフォーカス計測方法を提供することを目的とする。

【0007】

【課題を解決するための手段】 本発明による第1のベストフォーカス計測方法は、転写用のパターンが形成され

たマスク(17)を露光光で照明する照明光学系(11~16)と、その転写用のパターン(17)の像を感光基板(21)上に投影する投影光学系(19)と、感光基板(21)を載置して投影光学系(19)の光軸方向に感光基板(21)を位置決めする基板ステージ(20)とを有する投影露光装置の投影光学系(19)の最良結像面の位置を求める方法において、例えば図1に示すように、マスク(17)として所定間隔で第1パターン(24)及び第2パターン(25)が形成されたマスク(17A)を使用して、第1パターン(24)及び第2パターン(25)をそれぞれ主光線の傾斜角が異なる露光光(1L1, 1L2)で照明し、第1パターン(24)及び第2パターン(25)の像を前記感光基板上に露光する第1工程と、第1パターン(24)及び第2パターン(25)の像の間隔(D2)を計測する第2工程と、この第2工程で計測された間隔(D2)並びにデフォーカス量(ΔF)と第1パターン(24)及び第2パターン(25)の像の間隔との関係より、第1パターン(24)及び第2パターン(25)の像を露光したときの感光基板(21)の位置から投影光学系(19)の最良結像面までの間隔及び方向を求める第3工程とを有するものである。

【0008】また、本発明の第2のベストフォーカス計測方法は、転写用のパターンが形成されたマスク(17)を露光光で照明する照明光学系(11~16)と、その転写用のパターン(17)の像を感光基板(21)上に投影する投影光学系(19)と、感光基板(21)を載置して投影光学系(19)の光軸方向に感光基板(21)を位置決めする基板ステージ(20)とを有する投影露光装置の投影光学系(19)の最良結像面の位置を求める方法において、例えば図2に示すように、そのマスク(17)としてのマスク(17B)上の所定のパターン(28)を主光線が第1の傾斜角の露光光(1L3)で照明して所定のパターン(28)の像を感光基板(21)上に露光する第1工程と、マスク(17B)上の所定のパターン(28)を主光線がその第1の傾斜角とは異なる第2の傾斜角の露光光(1L4)で照明して所定のパターン(28)の像を感光基板(21)上に露光する第2工程と、その第1工程で露光された所定のパターン(28)の像とその第2工程で露光された所定のパターン(28)の像との間隔(D4)を計測する第3工程と、この第3工程で計測された間隔並びにデフォーカス量(ΔF)とその間隔との関係より、所定のパターン(28)の像を露光したときの感光基板(21)の位置から投影光学系(19)の最良結像面までの間隔及び方向を求める第4工程とを有するものである。

【0009】

【作用】斯かる本発明の第1のベストフォーカス計測方法の原理につき説明する。図1は本発明に対応する光学系を示し、この図1において、マスク(17A)には第

1パターン(24)及び第2パターン(25)が形成され、投影光学系(19)の光軸に対して例えば角度 θ_2 だけ傾斜した主光線を有する露光光1L2により第2パターン(25)が照明されている。この場合、簡単のため投影光学系(19)の倍率を1倍として、投影光学系(19)の最良結像面(26)から ΔF だけ離れた面(27)上に感光基板(21)の露光面があるものとする。そして、最良結像面(26)上での第2パターン(25)の結像位置と面(27)上での第2のパターン(25)のデフォーカスした結像位置とのずれ量をD3とすると、次の関係が成立する。

$$D3 = \Delta F \times \tan \theta$$

【0010】その関係を一般化するため、第1パターン(24)を照明する露光光(1L1)の主光線の傾斜角と第2パターン(25)を照明する露光光(1L2)の主光線の傾斜角との間に $\Delta \theta$ の差があるものとする。そして、最良結像面(26)上での第1パターン(24)の像と第2パターン(25)の像との間隔をD1、面(27)上での第1パターン(24)の像と第2パターン(25)の像との間隔をD2とすると、近似的に次の関係がある。

$$D2 = D1 + \Delta F \times \tan \Delta \theta$$

【0011】その間隔D1はマスク(17A)上の第1パターン(24)と第2パターン(25)との間隔より求めることができるので、予め両主光線の傾斜角の差 $\Delta \theta$ の正接 $\tan \Delta \theta$ を求めておくことにより、逆に次式よりデフォーカス量 ΔF を算出することができる。従って、フォーカス位置を変化させることなく、最良結像面の位置を求めることができる。

$$\Delta F = (D2 - D1) / \tan \Delta \theta$$

【0012】次に、本発明の第2のベストフォーカス計測方法の原理につき説明する。図2は本発明に対応する光学系を示し、図2(a)において、マスク(17B)には所定のパターン(28)が形成されている。この場合も、簡単のため投影光学系(19)の倍率を1倍として、投影光学系(19)の最良結像面(26)から ΔF だけ離れた面(27)上に感光基板(21)の露光面があるものとする。そして、先ず主光線が投影光学系(19)の光軸に対して角度 θ_3 だけ傾斜した露光光(1L3)でそのパターン(28)を面(27)上の露光面に露光する。その後、主光線が投影光学系(19)の光軸に対して角度 θ_4 (角度 θ_3 とは逆符号とする)だけ傾斜した露光光(1L4)でそのパターン(28)を面(27)上の露光面に重ねて露光する。

【0013】この場合、最良結像面(26)においてはそのパターン(28)の像は同一の位置に露光されるが、面(27)においては、1回目の露光時のそのパターン(28)の像と2回目の露光時のそのパターン(28)の像とは間隔D4だけ離れている。その間隔D4は次のように表される。

$$D4 = \Delta F \times (\tan \theta 3 + \tan \theta 4)$$

従って、予め1回目の露光時の主光線の傾斜角 $\theta 3$ の正接及び2回目の露光時の主光線の傾斜角 $\theta 4$ の正接を求めておいて、その間隔 $D4$ を計測することにより、そのデフォーカス量 ΔF を求めることができる。

【0014】

【実施例】以下、本発明によるベストフォーカス計測方法の一実施例につき図3及び図4を参照して説明する。本実施例は投影露光装置において投影光学系のベストフォーカス面の位置を計測する場合に本発明を適用したものである。

【0015】図3は本実施例の投影露光装置を示し、この図3において、11は露光光用の光源である。光源11としては、高圧水銀灯又はエキシマレーザー光源等が使用できる。高圧水銀灯を用いる場合には、光源11から射出された露光光は楕円鏡EMで集光された後に、図示省略されたインプットレンズを経てフライアイレンズ12に入射する。フライアイレンズ12の後側(レチクル側)焦点面には多数の2次光源が形成され、これら2次光源から射出された露光光ILは、第1リレーレンズ13、投影式レチクルブラインド14、第2リレーレンズ15、メインコンデンサーレンズ16を経てレチクル17を均一な照度で照明する。投影式レチクルブラインド14とレチクル17のパターン形成面とは共役であり、投影式レチクルブラインド14によりレチクル17上の照明領域が設定される。また、図3では遮光板24が示されているが、この例では遮光板24は使用しない。

【0016】露光光のもとで、レチクル17のパターン形成面に形成されたパターン18の像が、投影光学系19を介してウエハステージ20上に載置されたウエハ21の露光面上に転写される。フライアイレンズ12の後側焦点面は投影光学系19の瞳面とほぼ共役である。ウエハステージ20は、投影光学系19の光軸に垂直な面内の任意の位置にウエハ21を位置決めするXYステージ及び投影光学系19の光軸に平行な方向でウエハ21の露光面の位置、即ちフォーカス位置を設定するZステージ等より構成されている。

【0017】また、本実施例ではウエハ21の露光面のフォーカス位置を検出するためのオートフォーカス系が設けられている。オートフォーカス系は、ウエハ21の露光面に例えばスリット状の検出パターン18の像を、投影光学系19の光軸AXに対して斜めに投影する送光系22aと、その露光面からの反射光を受光してその検出パターンの像を再結像する受光系22bとより構成されている。ウエハ21の露光面のフォーカス位置が変化すると、その再結像される検出パターン18の像の位置が変化することから、フォーカス位置の変化を検出することができる。受光系22bには、その再結像された検出パターンの位置に応じて変化するフォーカス信号を生成する光

電検出器が組み込まれ、そのフォーカス信号が所定のレベルに維持されるようにウエハステージ20中のZステージを駆動することにより、ウエハ21の露光面のフォーカス位置を所定の位置に維持することができる。

【0018】また、フォーカス信号は所定の範囲内でフォーカス位置の変化に対してほぼ直線的に変化するもので、逆にフォーカス信号のレベル変動からフォーカス位置の変動を知ることができる。更に、ウエハステージ20中のZステージにも投影光学系19の光軸方向の位置を検出するための高さセンサーが組み込まれている。23はオフ・アクシスのウエハアライメント系を示し、ウエハアライメント系23はウエハ21の各ショット領域の近傍に形成されたアライメントマークを検出する。この場合、ウエハアライメント系23の検出中心とレチクル17の中心の共役像との間の間隔、即ち所謂ベースライン量を求めておくことにより、ウエハアライメント系23で計測したアライメントマークの位置に基づいてウエハ21の各ショット領域のアライメントを正確に行うことができる。更に、ウエハアライメント系23は種々のマークの検出をも行うことができる。

【0019】図4は図3中のレチクル17の拡大側面図を示し、この図4において、レチクル17の下側のパターン形成面に図4の紙面に平行な方向に間隔DRで位置計測用マーク18A及び18Bを形成する。図3の投影光学系19のレチクル17からウエハ21への投影倍率を β とすると、投影光学系19のベストフォーカス面上での位置計測用マーク18A及び18Bの像の間隔は $\beta \cdot DR$ である。また、レチクル17の位置計測用マーク18A及び18Bの形成面の裏面、即ちレチクル17の上面に、図4の紙面に平行な方向にピッチPで位相型の回折格子パターン29を形成する。また、回折格子パターン29を照明する露光光ILの主光線がその回折格子パターン29に垂直である場合を想定し、露光光ILが直接位置計測用マーク18A及び18Bを照明することが無い、すなわち回折格子パターン29で発生した ± 1 次回折光のみがマーク18A、18Bに照射されるように、位置計測用マーク18A及び18Bを囲む領域の裏側に回折格子パターン29が配置されるようにする。

【0020】その回折格子パターン29は、レチクル17の本体であるガラス基板上に所謂SOG(スピン・オン・ガラス)によりピッチPのライン・アンド・スペースパターンを形成したものであり、SOGとは酸化ケイ素(SiO_2)の薄膜のパターンである。ピッチPは例えば $2\mu m$ 程度である。本実施例では、その回折格子パターン29の材質の屈折率、厚さ及びライン部の幅とスペース部の幅との比を調整することにより、回折格子パターン29からの0次回折光及び ± 2 次回折光の発生をできるだけ小さくする。従って、回折格子パターン29を透過する露光光のほとんどは、+1次回折光B1及び-1次回折光B2となる。

【0021】この場合、露光光ILの波長を λ とすると、 ± 1 次回折光B1及びB2のそれぞれの回折角の絶対値 θ は次の関係を満たす。

$$\sin \theta = \lambda / P$$

そして、レチクル17の厚さをTとすると、図4に示すように、回折格子パターン29の端部から内側の方向に次式で定まる幅dの領域30には-1次回折光B2が照明されない。

$$d = T \tan \theta$$

【0022】そこで、本例ではその幅dの領域30の内部に一方の位置計測用マーク18Aを配置する。これは、位置計測用マーク18Aは+1次回折光B1のみにより照明されることを意味する。同様に、他方の位置計測用マーク18Bは、-1次回折光B2のみにより照明される領域の内部に配置する。これにより、位置計測用マーク18A及び18Bを照明する露光光の主光線は、それぞれ投影光学系19の光軸に対して $+\theta$ 及び $-\theta$ だけ傾くことになる。

【0023】図4のレチクル17を図3に装着して、レチクル17の位置計測用マーク18A及び18Bの像を投影光学系19を介してウエハ21上に露光し、ウエハ21の現像処理後に、それら位置計測用マーク18A及び18Bの像の間隔Dを計測する。この間隔Dの計測を行うには、例えば図3のウエハアライメント系23を用いて位置計測用マーク18A及び18Bの像のそれぞれの位置を計測し、これら位置の差を求めればよい。そして、投影光学系19のベストフォーカス面からウエハ21の露光面の現在のフォーカス位置までのデフォーカス量をFとして、予めそれら像の間隔Dとデフォーカス量Fとの関係を次式の形で記憶しておく。

$$【数1】 D = \beta \cdot DR + k1 \cdot F + k2$$

【0024】この式において、係数k1は図4の ± 1 次回折光B1、B2の回折角の絶対値 θ 及び投影光学系19の倍率 β を用いて表すことができる係数である。また、係数k2は本来は0であるが、例えばレチクル17の製造誤差により位置計測用マーク18A及び18Bの間隔がDRから外れているような場合には、係数k2は予め求めてある0以外の値に設定される。更に、例えばDRAMのように回路パターン中に比較的大きな段差が存在する場合には、段差に応じてその係数k2の値が予め求めてある値の中で変更されることがある。従って、その(数1)において、未知数はデフォーカス量Fだけであり、間隔Dを実際に計測することにより、その(数1)からそのデフォーカス量Fを求めることができる。

【0025】その後は、図3のウエハステージ20中のZステージを駆動して、ウエハ21の露光面をそのデフォーカス量Fを打ち消すように移動させることにより、その露光面が投影光学系19のベストフォーカス面に正確に合致する。そして、このときにオートフォーカス系の受光系22bから出力されるフォーカス信号のレベル

が例えば0になるようにオフセット調整を行えば、それ以後はそのフォーカス信号を基準としてウエハ21の露光面のオートフォーカスを行うことができる。

【0026】次に、図4のレチクル17の変形例につき図5を参照して説明する。図5はレチクル17Cを示し、レチクル17Cのパターン形成面にも図5の紙面に平行な方向に所定間隔で2個の位置計測用マーク18C及び18Dを形成する。また、レチクル17Cのパターン形成面の裏面には、それら位置計測用マーク18C及び18Dの間隔よりも狭い範囲に、図5の紙面に平行な方向にピッチPで位相型の回折格子パターン29を形成する。この例でも、露光光ILは主光線が回折格子パターン29に垂直な状態で入射するものと想定して、回折格子パターン29からの+1次回折光B1及び-1次回折光B2の回折角の絶対値を θ とする。そして、レチクル17Cの厚さをTとすると、図5に示すように、回折格子パターン29の端部から外側の方向に幅d($=T \tan \theta$)の領域31では+1次回折光B1及び照明光学系から射出された状態の直接のレチクル17Cを透過した露光光ILの両方が照射される。

【0027】そこで、本例ではその幅dの領域31の内部に一方の位置計測用マーク18Cを配置する。これは、位置計測用マーク18Cは+1次回折光B1及び直接の露光光ILの両方により照明されることを意味する。同様に、他方の位置計測用マーク18Dは、-1次回折光B2及び直接の露光光ILの両方により照明される領域の内部に配置する。そのため、図5のレチクル17Cにおいては、一方の位置計測用マーク18Cを照明する光の主光線B3は、露光光ILの主光線と+1次回折光B1の主光線とのベクトル和に近い角度で外側に傾斜しており、他方の位置計測用マーク18Dを照明する光の主光線B4は、露光光ILの主光線と-1次回折光B2の主光線とのベクトル和に近い角度で外側に傾斜している。従って、図5のレチクル17Cを図3のレチクル17の代わりに装着した場合でも、位置計測用マーク18C及び18Dは、それぞれ投影光学系19の光軸に対する主光線の傾斜角が異なる露光光で照明されることになるため、図4のレチクル17を用いた場合と同様にデフォーカス量を計測することができる。

【0028】次に、本発明の他の実施例につき説明する。本例では、図3の投影露光装置において、フォーカス位置を変えずに2重露光を行うことによりデフォーカス量を計測する方法を示す。また、上述の実施例とは異なり本例では、図3のフライアイレンズ12の後側(レチクル側)焦点面に、露光光ILの光束の光軸AXを中心とした片側半分を遮蔽できる遮光板24を着脱自在に配置する。

【0029】更に、図3において、レチクル17としては上面に位相型の回折格子の無い通常のレチクルを使用し、且つレチクル17のパターン形成面には予め間隔が

計測してある第1の位置計測用マーク及び第2の位置計測用マークが形成されているものとする。この例でデフォーカス量の計測を行う場合には、先ず投影型レチクルブラインド14の開口をレチクル17上の第1の位置計測用マークのみが照明されるように設定する。そして、遮光板24の位置を露光光の光束の右側半分のみが通過するように設定して、その第1の位置計測用マークの像をウエハ21上に露光する。この場合には、第1の位置計測用マークを照明する露光光の主光線は、投影光学系19の光軸に対して時計方向に傾斜している。次に、投影型レチクルブラインド14の開口をレチクル17上の第2の位置計測用マークのみが照明されるように設定する。そして、遮光板24の位置を露光光の光束の左側半分のみが通過するように設定して、その第2の位置計測用マークの像をウエハ21上に重ねて露光する。第2の位置計測用マークを照明する露光光の主光線は、投影光学系19の光軸に対して反時計方向に傾斜している。

【0030】両マークの露光が終了した後ウエハ21の現像処理を行い、第1の位置計測用マークの像と第2の位置計測用マークの像との間隔を計測し、予め求めておいたデフォーカス量とマーク像の間隔との関係式を参照することにより、露光時のデフォーカス量を求めることができる。なお、このように2重露光する場合には、その第1の位置計測用マークと第2の位置計測用マークとは共通のマークであってもよい。

【0031】なお、上述実施例では何れも、2つの位置計測用マークの照明光の主光線は互いに逆向きに且つほぼ等しい傾斜角で投影光学系の光軸に交差しているような条件を用いていた。しかし、要はそれら主光線の傾斜角差があればよい、即ちそれら主光線が平行でなければよい。例えば一方の位置計測用マークの照明光の主光線のみを傾斜させるだけでも有効である。また、図3の遮光板24としては、照明光学系の光軸に対して、偏心した位置に開口を形成したものを用いるようにしてもよい。

【0032】また、図4及び図5のレチクルに形成される回折格子パターン29のピッチや材質は上記のものに限定されるものではなく、露光光の主光線を傾斜させることができればどのようなものでもよい。また、図4及び図5の例では回折格子パターン29はレチクル17自体のガラス面に設けたが、例えばレチクル17から所定間隔だけ離れた位置に別の回折格子板を配置するようにしてもよい。更に、回折格子の代わりに偏角プリズムを用いて露光光ILの主光線の傾きを変えるようにしてもよい。また、現像後のレジスト像を用いる代わりに熱可

塑性樹脂等の潜像を利用しても良く、更に図3のウエハステージ20上に撮像素子(CCD等)を配置しておく、例えば画素基準で上述の位置ずれを検出するようにしても良い。このように、本発明は上述実施例に限定されず本発明の要旨を逸脱しない範囲で種々の構成を取り得る。

【0033】

【発明の効果】本発明の第1のベストフォーカス計測方法によれば、第1パターン及び第2パターンの像の間隔を用いてデフォーカス量を求めることができる。従って、フォーカス位置を変化させずに露光を行うだけで投影光学系の最良結像面の位置(ベストフォーカス位置)を計測できる利点がある。従って、仮に感光基板のフォーカス位置が正しくないために、不良のロットが発生したような場合にも、簡単にベストフォーカス位置を求めることができ、時間的な損失が極めて小さくなる。

【0034】同様に、第2のベストフォーカス計測方法によれば、1回目の露光で得られた像と2回目の露光で得られた像との間隔を用いて、フォーカス位置を変化させることなく迅速にデフォーカス量を求めることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1の計測方法の原理説明図である。

【図2】本発明の第2の計測方法の原理説明図である。

【図3】本発明によるベストフォーカス計測方法の一実施例が適用される投影露光装置を示す構成図である。

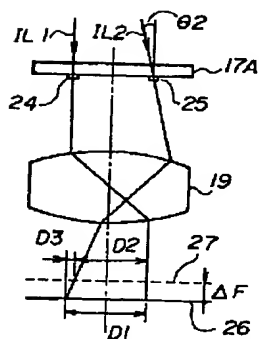
【図4】図3の投影露光装置に装着されるレチクルの一例を示す拡大側面図である。

【図5】図4のレチクルの変形例を示す拡大側面図である。

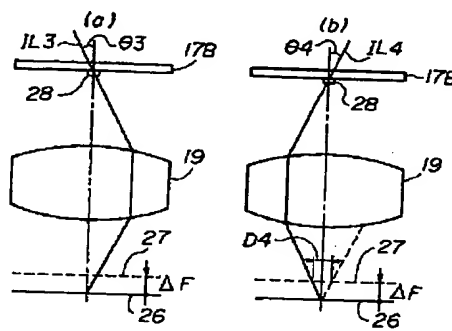
【符号の説明】

- 11 光源
- 12 フライアイレンズ
- 13 第1リレーレンズ
- 14 投影型レチクルブラインド
- 15 第2リレーレンズ
- 16 メインコンデンサーレンズ
- 17, 17C レチクル
- 18A~18D 位置計測用マーク
- 19 投影光学系
- 20 ウエハステージ
- 21 ウエハ
- 22a オートフォーカス系の送光系
- 22b オートフォーカス系の受光系
- 23 ウエハアライメント系

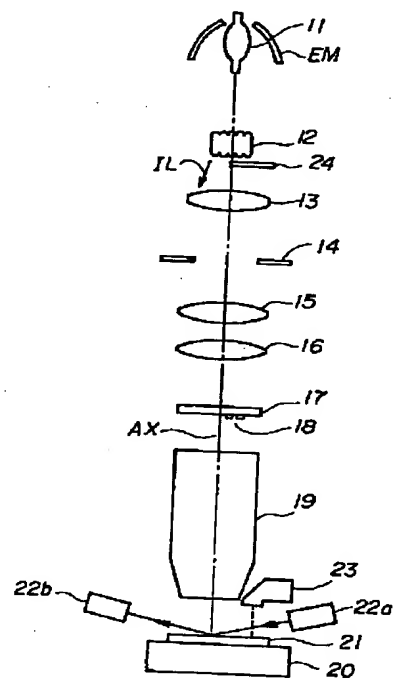
【図1】



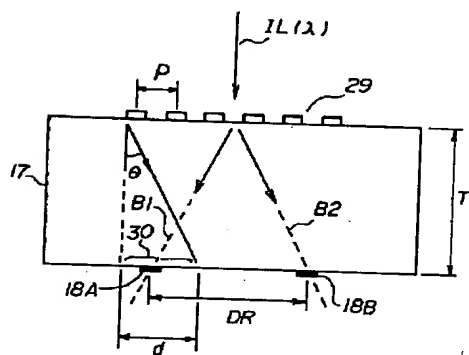
【図2】



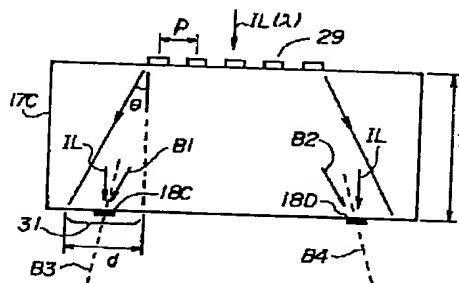
【図3】



【図4】



【図5】



* NOTICES *

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

 CLAIMS

[Claim(s)]

[Claim 1] How to ask the position of the best image-formation side of the aforementioned projection optical system of the projection aligner which has the lighting optical system which is characterized by to provide the following, and which illuminates the mask with which the pattern for an imprint was formed with exposure light, the projection optical system which project the image of the pattern for the aforementioned imprint on a sensitization substrate, and the substrate stage which lay the aforementioned sensitization substrate and position the aforementioned sensitization substrate in the direction of an optical axis of the aforementioned projection optical system. The 1st process which uses the mask with which the 1st pattern and the 2nd pattern were formed at intervals of predetermined as the aforementioned mask, illuminates the 1st pattern of the above, and the 2nd pattern with the exposure light from which the tilt angle of a chief ray differs, respectively, and exposes the image of the 1st pattern of the above, and the 2nd pattern on the aforementioned sensitization substrate. The 2nd process which measures the interval of the image of the 1st pattern of the above, and the 2nd pattern. The 3rd process which asks for the interval and direction of [from the position of the aforementioned sensitization substrate when exposing the image of the 1st pattern of the above, and the 2nd pattern to the best image formation side of the aforementioned projection optical system] from a relation with the interval of the image of the interval and the amount of defocusing which were measured at this 2nd process, the 1st pattern of the above, and the 2nd pattern.

[Claim 2] How to ask the position of the best image-formation side of the aforementioned projection optical system of the projection aligner which has the lighting optical system which is characterized by to provide the following, and which illuminates the mask with which the pattern for an imprint was formed with exposure light, the projection optical system which project the image of the pattern for the aforementioned imprint on a sensitization substrate, and the substrate stage which lay the aforementioned sensitization substrate and position the aforementioned sensitization substrate in the direction of an optical axis of the aforementioned projection optical system. The 1st process which a chief ray illuminates the predetermined pattern on the aforementioned mask with the exposure light of the 1st tilt angle, and exposes the image of the aforementioned predetermined pattern on the aforementioned sensitization substrate. The 2nd process which illuminates the predetermined pattern on the aforementioned mask with the exposure light of the 2nd tilt angle in which a chief ray differs from the 1st tilt angle of the above, and exposes the image of the aforementioned predetermined pattern on the aforementioned sensitization substrate. The 3rd process which measures the interval of the image of a pattern predetermined [aforementioned] exposed at the 1st process of the above, and the image of the aforementioned predetermined pattern exposed at the 2nd process of the above. The 4th process which asks for the interval and direction of [from the position of the aforementioned sensitization substrate when exposing the image of the aforementioned predetermined pattern from a relation with the interval, and the amount of defocusing and the aforementioned interval measured at this 3rd process to the best image formation side of the aforementioned projection optical system].

* NOTICES *

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Industrial Application] this invention is applied when asking for the best focus position of the projection optical system of the projection aligner used in case a semiconductor device, a liquid crystal display element, or the thin film magnetic head is manufactured at a lithography process, and it relates to the suitable best focus measurement method.

[0002]

[Description of the Prior Art] For example, in case a semiconductor device, a liquid crystal display element, or the thin film magnetic head is manufactured at a lithography process, the projection aligner which carries out image formation of the image of the pattern of a photo mask or a reticle (it is named a "reticle" generically below) on a sensitization substrate through a projection optical system is used. In this projection aligner, in order to expose the pattern of a reticle on a sensitization substrate in high resolution, it is necessary to expose in the state where the sensitization substrate was made to agree within the limits of the depth of focus to the best image formation side (best focus side) of a projection optical system. For that purpose, it is necessary to ask by a certain method, the position, i.e., the best focus position, of a best focus side of a projection optical system.

[0003] Changing the position (henceforth "a focal position") of the sensitization substrate to a projection optical system as the measurement method of the conventional best focus position, one by one, a predetermined pattern is exposed on the sensitization substrate, and the method of making the focal position where image formation of the most detailed pattern is carried out by dissociating a best focus position is learned. And when exposing the circuit pattern actually made applicable to an imprint (henceforth a "real element pattern"), exposure is performed where a sensitization substrate is set as the best focus position which the focal position was changed and asked for it, using the predetermined pattern. In addition, changing a focal position, a specific pattern is exposed on a sensitization substrate and the way change of the configuration of the exposed pattern makes the fewest focal position a best focus position is also learned.

[0004]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] In the above conventional measurement methods, in order to ask for a best focus position, the focal position surely needed to be changed and the predetermined pattern needed to be exposed. However, in measuring by changing a focal position and repeating exposure, there was un-arranging [that measurement time became long].

[0005] Moreover, even when a focal position is fixed and it exposes a real element pattern once asking for a best focus position, the best focus position of a projection optical system may change with absorption of the irradiation energy of exposure light etc. gradually. Thus, if a best focus position changes and a faulty lot is generated, although it will be necessary to reask for a best focus position again, in performing re-measurement of a best focus position by the conventional measurement method, there is un-arranging [that time loss is very large].

[0006] this invention aims at offering the best focus measurement method which can perform

measurement of the best focus position of a projection optical system only by exposing in view of this point, without changing a focal position.

[0007]

[Means for Solving the Problem] The 1st best focus measurement method by this invention The lighting optical system which illuminates the mask (17) with which the pattern for an imprint was formed with exposure light (11-16), The projection optical system which projects the image of the pattern for the imprint on a sensitization substrate (21) (19), In the method of asking for the position of the best image formation side of the projection optical system (19) of the projection aligner which has the substrate stage (20) which lays a sensitization substrate (21) and positions a sensitization substrate (21) in the direction of an optical axis of a projection optical system (19) For example, as shown in drawing 1, the mask (17A) with which the 1st pattern (24) and the 2nd pattern (25) were formed at intervals of predetermined as a mask (17) is used. The 1st process which illuminates the 1st pattern (24) and the 2nd pattern (25) with the exposure light (IL1, IL2) from which the tilt angle of a chief ray differs,

respectively, and exposes the image of the 1st pattern (24) and the 2nd pattern (25) on the aforementioned sensitization substrate, The 2nd process which measures the interval (D2) of the image of the 1st pattern (24) and the 2nd pattern (25), From a relation with the interval of the image of the interval (D2) and the amount of defocusing (ΔF) which were measured at this 2nd process, the 1st pattern (24), and the 2nd pattern (25) It has the 3rd process which asks for the interval and direction of [from the position of the sensitization substrate (21) when exposing the image of the 1st pattern (24) and the 2nd pattern (25) to the best image formation side of a projection optical system (19)].

[0008] Moreover, the 2nd best focus measurement method of this invention The lighting optical system which illuminates the mask (17) with which the pattern for an imprint was formed with exposure light (11-16), The projection optical system which projects the image of the pattern for the imprint on a sensitization substrate (21) (19), In the method of asking for the position of the best image formation side of the projection optical system (19) of the projection aligner which has the substrate stage (20) which lays a sensitization substrate (21) and positions a sensitization substrate (21) in the direction of an optical axis of a projection optical system (19) For example, the 1st process which a chief ray

illuminates the predetermined pattern (28) on the mask (17B) as the mask (17) with the exposure light (IL3) of the 1st tilt angle, and exposes the image of a predetermined pattern (28) on a sensitization substrate (21) as shown in drawing 2, The 2nd process which illuminates the predetermined pattern (28) on a mask (17B) with the exposure light (IL4) of the 2nd tilt angle in which a chief ray differs from the 1st tilt angle, and exposes the image of a predetermined pattern (28) on a sensitization substrate (21), The 3rd process which measures the interval (D4) of the image of the predetermined pattern (28) exposed at the 1st process, and the image of the predetermined pattern (28) exposed at the 2nd process,

It has the 4th process which asks for the interval and direction of [from the position of the sensitization substrate (21) when exposing the image of a predetermined pattern (28) to the best image formation side of a projection optical system (19)] from the relation between the interval and the amount of defocusing (ΔF) which were measured at this 3rd process, and its interval.

[0009]

[Function] It explains per principle of the 1st best focus measurement method of this this invention.

Drawing 1 shows the optical system corresponding to this invention, the 1st pattern (24) and the 2nd pattern (25) are formed in a mask (17A) in this drawing 1, and the 2nd pattern (25) is illuminated by the exposure light IL 2 which has the chief ray toward which only the angle θ_2 inclined as opposed to the optical axis of a projection optical system (19). In this case, the exposure side of a sensitization substrate (21) shall be on the field (27) which separated only ΔF from the best image formation side (26) of a projection optical system (19), using the scale factor of a projection optical system (19) as 1 time, since it is easy. And the next relation will be materialized if the amount of gaps of the image formation position of the 2nd pattern (25) on the best image formation side (26) and the image formation position which the 2nd pattern (25) on a field (27) defocused is set to D3.

D3= $\Delta F \times \tan \theta_2$ [0010] In order to generalize the relation, the difference of $\Delta \theta$ shall be between the tilt angle of the chief ray of the exposure light (IL1) which illuminates the 1st pattern (24),

and the tilt angle of the chief ray of the exposure light (IL2) which illuminates the 2nd pattern (25). And when the interval of the image of the 1st pattern (24) on D1 and a field (27) and the image of the 2nd pattern (25) is set to D2 for the interval of the image of the 1st pattern (24) on the best image formation side (26), and the image of the 2nd pattern (25), there is the next relation in approximation.

$D2 = D1 + \Delta F \tan \Delta \theta$ [0011] Since it can ask for the interval D1 from the interval of the 1st pattern (24) on a mask (17A), and the 2nd pattern (25), amount of defocusing ΔF is conversely computable from the following formula by asking for the tangent $\tan \Delta \theta$ of difference $\Delta \theta$ of the tilt angle of both chief rays beforehand. Therefore, it can ask for the position of the best image formation side, without changing a focal position.

$\Delta F = (D2 - D1) / \tan \Delta \theta$ [0012] Next, it explains per principle of the 2nd best focus measurement method of this invention. Drawing 2 shows the optical system corresponding to this invention, and the predetermined pattern (28) is formed in the mask (17B) in drawing 2 (a). The exposure side of a sensitization substrate (21) shall be on the field (27) which separated only ΔF from the best image formation side (26) of a projection optical system (19), using the scale factor of a projection optical system (19) as 1 time also in this case, since it is easy. And a chief ray exposes the pattern (28) to the exposure side on a field (27) first with the exposure light (IL3) toward which only the angle θ_3 inclined to the optical axis of a projection optical system (19). Then, a chief ray exposes the pattern (28) in piles to the exposure side on a field (27) with the exposure light (IL4) toward which only the angle θ_4 (it considers as a reverse sign with an angle θ_3) inclined to the optical axis of a projection optical system (19).

[0013] In this case, although the image of the pattern (28) is exposed by the same position in the best image formation side (26), in the field (27), it is separated [only from the interval D4] of the image and the image of the pattern at the time of the 2nd exposure (28) of the pattern at the time of the 1st exposure (28). The interval D4 is expressed as follows.

$$D4 = \Delta F \times (\tan \theta_3 + \tan \theta_4)$$

Therefore, it can ask for the amount of defocusing ΔF by asking for the tangent of the tilt angle θ_3 of the chief ray at the time of the 1st exposure, and the tangent of the tilt angle θ_4 of the chief ray at the time of the 2nd exposure beforehand, and measuring the interval D4.

[0014]

[Example] Hereafter, with reference to drawing 3 and drawing 4, it explains per example of the best focus measurement method by this invention. this example applies this invention, when measuring the position of the best focus side of a projection optical system in a projection aligner.

[0015] Drawing 3 shows the projection aligner of this example, and 11 is the light source for exposure light in this drawing 3. As the light source 11, a high pressure mercury vapor lamp or an excimer laser can be used. In using a high pressure mercury vapor lamp, after being condensed in the ellipse mirror EM, it carries out incidence of the exposure light injected from the light source 11 to the fly eye lens 12 through the input lens by which the illustration ellipsis was carried out. Much secondary light sources are formed in the posterior (reticle side) focal plane of the fly eye lens 12, and the exposure light IL injected from these secondary light sources illuminates a reticle 17 with a uniform illuminance through the 1st relay lens 13, the projection-formula reticle blind 14, the 2nd relay lens 15, and the main condenser lens 16. The projection-formula reticle blind 14 and the pattern formation side of a reticle 17 are conjugate, and the lighting field on a reticle 17 is set up by the projection-formula reticle blind 14. Moreover, although the gobo 24 is shown by drawing 3, a gobo 24 is not used in this example.

[0016] Under exposure light, the image of the pattern 18 formed in the pattern formation side of a reticle 17 is imprinted on the exposure side of the wafer 21 laid on the wafer stage 20 through the projection optical system 19. The posterior focal plane of the fly eye lens 12 is conjugate mostly with the pupil surface of a projection optical system 19. The wafer stage 20 consists of Z stages which set up in the X-Y stage which positions a wafer 21 in the arbitrary positions within a field perpendicular to the optical axis of a projection optical system 19, and a direction parallel to the optical axis of a projection optical system 19, the position, i.e., the focal position, of an exposure side of a wafer 21.

[0017] Moreover, in this example, the autofocus system for detecting the focal position of the exposure

side of a wafer 21 is prepared. The autofocus system consists of light transmission system 22a which projects aslant the image of the detection pattern of the shape for example, of a slit on the exposure side of a wafer 21 to the optical axis AX of a projection optical system 19, and light-receiving system 22b which receives the reflected light from the exposure side, and carries out re-image formation of the image of the detection pattern. If the focal position of the exposure side of a wafer 21 changes, since the position of the image of the detection pattern by which re-image formation is carried out changes, change of a focal position is detectable. The photodetector which generates the focal signal which changes according to the position of the detection pattern by which re-image formation was carried out is built into light-receiving system 22b, and the focal position of the exposure side of a wafer 21 can be maintained to a position by driving the Z stage in the wafer stage 20 so that the focal signal may be maintained by predetermined level.

[0018] Moreover, since a focal signal changes almost linearly to change of a focal position within the limits of predetermined, change of a focal position can be conversely known from the level variation of a focal signal. Furthermore, the height sensor for detecting the position of the direction of an optical axis of a projection optical system 19 is built also into the Z stage in the wafer stage 20. 23 shows the wafer alignment system of an off-axis, and the wafer alignment system 23 detects the alignment mark formed near each shot field of a wafer 21. In this case, based on the position of the alignment mark measured by the wafer alignment system 23, alignment of each shot field of a wafer 21 can be correctly performed by calculating, the interval of base lines, i.e., so-called amount, between the conjugate images of the detection center of the wafer alignment system 23, and the center of a reticle 17. Furthermore, the wafer alignment system 23 can also perform detection of various marks.

[0019] Drawing 4 shows the expansion side elevation of the reticle 17 in drawing 3, and forms the marks 18A and 18B for position measurement in the pattern formation side of the reticle 17 bottom at intervals of DR in the direction parallel to the space of drawing 4 in this drawing 4. When the projection scale factor from the reticle 17 of the projection optical system 19 of drawing 3 to a wafer 21 is set to beta, the interval of the image of the marks 18A and 18B for position measurement on the best focus side of a projection optical system 19 is beta-DR. Moreover, the phase type diffraction-grating pattern 29 is formed in the direction parallel to the space of drawing 4 in Pitch P in the rear face of the forming face of the marks 18A and 18B for position measurement of a reticle 17, i.e., the upper surface of a reticle 17. Moreover, the diffraction-grating pattern 29 is arranged at the background of the field surrounding the marks 18A and 18B for position measurement so that the exposure light IL may not illuminate the marks 18A and 18B for direct position measurement, namely, only the primary [**] diffracted light generated by the diffraction-grating pattern 29 may be irradiated by Marks 18A and 18B supposing the case where the chief ray of the exposure light IL which illuminates the diffraction-grating pattern 29 is perpendicular to the diffraction-grating pattern 29.

[0020] The diffraction-grating pattern 29 forms line [of Pitch P] -, and - space pattern by the so-called SOG (spin-on glass) on the glass substrate which is the main part of a reticle 17, and SOG is the pattern of the thin film of silicon oxide (SiO₂). Pitch P is about 2 micrometers. In this example, generating of the zero-order diffracted light from the diffraction-grating pattern 29 and the secondary [**] diffracted light is made as small as possible by adjusting the ratio of the width of face of the refractive index of the quality of the material of the diffraction-grating pattern 29, thickness, and the line section, and the width of face of the space section. Therefore, most exposure light which penetrates the diffraction-grating pattern 29 serves as the +primary diffracted light B1 and -primary diffracted-light B-2.

[0021] In this case, if wavelength of the exposure light IL is set to λ , the primary [**] diffracted light B1 and the absolute value theta of each angle of diffraction of B-2 will fill the next relation. If $\sin \theta = \lambda / P$ and thickness of a reticle 17 are set to T, as shown in drawing 4, -primary diffracted-light B-2 will not be illuminated by the field 30 of the width of face d which becomes settled by the following formula in the direction of inside from the edge of the diffraction-grating pattern 29. $d = T \tan \theta$ [0022] Then, in this example, one mark 18A for position measurement is arranged inside the field 30 of the width of face d. It means that this is illuminated by only the mark 18 A+primary diffracted light B1 for position measurement. the same -- the object for position measurement of another

side -- mark 18B is arranged inside the field illuminated by only - diffracted-light [primary] B-2 By this, as for the chief ray of the exposure light which illuminates the marks 18A and 18B for position measurement, only +theta and - theta will incline to the optical axis of a projection optical system 19, respectively.

[0023] Drawing 3 is equipped with the reticle 17 of drawing 4, the image of the marks 18A and 18B for position measurement of a reticle 17 is exposed on a wafer 21 through a projection optical system 19, and the interval D of the image of the marks 18A and 18B for these position measurement is measured after the development of a wafer 21. What is necessary is to measure each position of the image of the marks 18A and 18B for position measurement using the wafer alignment system 23 of drawing 3, and just to search for the difference of these positions, in order to measure this interval D. And the interval D of these images and the relation with the amount F of defocusing are beforehand memorized in the form of the following formula, using the amount of defocusing from the best focus side of a projection optical system 19 to the present focal position of the exposure side of a wafer 21 as F.

[Equation 1] $D = \beta \cdot DR + k_1$ and $F + k_2$ [0024] In this formula, a coefficient k_1 is a coefficient which can be expressed using the absolute value theta of the primary [**] diffracted light B1 of drawing 4, and the angle of diffraction of B-2, and the scale factor beta of a projection optical system 19. Moreover, although a coefficient k_2 is originally 0, when the interval of the marks 18A and 18B for position measurement has separated from DR, for example according to the manufacture error of a reticle 17, a coefficient k_2 is set as values other than zero currently calculated beforehand. Furthermore, when a comparatively big level difference exists in a circuit pattern, for example like DRAM, according to a level difference, the value of the coefficient k_2 may be changed in the value currently calculated beforehand. therefore -- the (several 1) -- setting, and an unknown being the amount F of defocusing and actually measuring an interval D -- the (several 1) -- from -- the amount F of defocusing can be calculated

[0025] After that, the Z stage in the wafer stage 20 of drawing 3 is driven, and the exposure side agrees correctly in the best focus side of a projection optical system 19 by moving the exposure side of a wafer 21 so that the amount F of defocusing may be negated. And if offset adjustment is performed so that the level of the focal signal outputted from light-receiving system 22b of an autofocus system at this time may be set to 0, auto-focusing of the exposure side of a wafer 21 can be performed on the basis of the focal signal after it.

[0026] Next, with reference to drawing 5, it explains per modification of the reticle 17 of drawing 4. Drawing 5 shows reticle 17C and forms two marks 18C and 18D for position measurement also in the pattern formation side of reticle 17C at intervals of predetermined in the direction parallel to the space of drawing 5. Moreover, in the rear face of the pattern formation side of reticle 17C, the phase type diffraction-grating pattern 29 is formed in the direction parallel to the space of drawing 5 in Pitch P at the range narrower than the interval of the marks 18C and 18D for these position measurement. Also in this example, it assumes that a chief ray carries out incidence of the exposure light IL in the state perpendicular to the diffraction-grating pattern 29, and the absolute value of the angle of diffraction of the +primary diffracted light B1 from the diffraction-grating pattern 29 and -primary diffracted-light B-2 is set to theta. And if thickness of reticle 17C is set to T, as shown in drawing 5, in the field 31 of width of face d ($=T \tan \theta$), both exposure light IL which penetrated direct reticle 17C in the state where it was injected from the +primary diffracted light B1 and lighting optical system will be irradiated in the direction of outside from the edge of the diffraction-grating pattern 29.

[0027] Then, in this example, one mark 18C for position measurement is arranged inside the field 31 of the width of face d. It means that this is illuminated by both the mark 18 C+primary diffracted light B1 for position measurement, and the direct exposure light IL. the same -- the object for position measurement of another side -- mark 18D is arranged inside the field illuminated by both - diffracted-light [primary] B-2 and the direct exposure light IL Therefore, it sets to reticle 17C of drawing 5. The chief ray B3 of the light which illuminates one mark 18C for position measurement It inclines outside at the angle near the vector sum of the chief ray of the exposure light IL, and the chief ray of the +primary diffracted light B1, and the chief ray B4 of the light which illuminates mark 18D for position

measurement of another side inclines outside at the angle near the vector sum of the chief ray of the exposure light IL, and the chief ray of -primary diffracted-light B-2. Therefore, even when it equips with reticle 17C of drawing 5 instead of the reticle 17 of drawing 3, since the marks 18C and 18D for position measurement will be illuminated with the exposure light from which the tilt angle of the chief ray over the optical axis of a projection optical system 19 differs, respectively, they can measure the amount of defocusing like the case where the reticle 17 of drawing 4 is used.

[0028] Next, it explains per other examples of this invention. By this example, by performing double exposure, without changing a focal position shows how to measure the amount of defocusing in the projection aligner of drawing 3. Moreover, unlike an above-mentioned example, by this example, it arranges free [attachment and detachment of the gobo 24 which can cover the single-sided half centering on the optical axis AX of the flux of light of the exposure light IL to the posterior (reticle side) focal plane of the fly eye lens 12 of drawing 3].

[0029] Furthermore, in drawing 3, the usual reticle which does not have a phase type diffraction grating in the upper surface as a reticle 17 shall be used, and the 1st mark for position measurement and the 2nd mark for position measurement which have measured the interval beforehand shall be formed in the pattern formation side of a reticle 17. In measuring the amount of defocusing in this example, it sets up opening of the projected type reticle blind 14 first so that only the 1st mark for position measurement on a reticle 17 may be illuminated. And it sets up so that only the right-hand side half of the flux of light of exposure light may pass through the position of a gobo 24, and the image of the 1st mark for position measurement is exposed on a wafer 21. In this case, the chief ray of the exposure light which illuminates the 1st mark for position measurement inclines clockwise to the optical axis of a projection optical system 19. Next, opening of the projected type reticle blind 14 is set up so that only the 2nd mark for position measurement on a reticle 17 may be illuminated. And it sets up so that only the left-hand side half of the flux of light of exposure light may pass through the position of a gobo 24, and the image of the 2nd mark for position measurement is exposed in piles on a wafer 21. The chief ray of the exposure light which illuminates the 2nd mark for position measurement inclines counterclockwise to the optical axis of a projection optical system 19.

[0030] The amount of defocusing at the time of exposure can be calculated by performing the development of a wafer 21, after exposure of both marks is completed, measuring the interval of the image of the 1st mark for position measurement, and the image of the 2nd mark for position measurement, and referring to the relational expression of the amount of defocusing calculated beforehand, and the interval of a mark image. In addition, when carrying out double exposure in this way, the 1st mark for position measurement and the 2nd mark for position measurement may be common marks.

[0031] in addition -- the above-mentioned example -- each -- the chief ray of the lighting light of two marks for position measurement -- mutual -- a retrose -- and conditions which intersect the optical axis of a projection optical system with the almost equal tilt angle were used. However, if these chief rays are not parallel, since it is good, it is effective [in short, there should just be a tilt-angle difference of these chief rays, namely,] to also make only the chief ray of the lighting light of one mark for position measurement incline. Moreover, you may make it use the thing in which opening was formed in the position which carried out eccentricity to the optical axis of lighting optical system as a gobo 24 of drawing 3.

[0032] Moreover, as long as the pitch or the quality of the material of the diffraction-grating pattern 29 which are formed in the reticle of drawing 4 and drawing 5 are not limited to the above-mentioned thing and can make the chief ray of exposure light incline, what thing is sufficient as them. Moreover, although the diffraction-grating pattern 29 was formed in the glass side of reticle 17 the very thing, you may make it arrange another diffraction-grating board in the example of drawing 4 and drawing 5 in the position which separated only the predetermined interval, for example from the reticle 17. Furthermore, angle-of-deviation prism is used instead of a diffraction grating, and you may make it change the inclination of the chief ray of the exposure light IL. Moreover, latent images, such as thermoplastics, may be used instead of using the resist image after development, and image pck-up elements (CCD etc.)

are further arranged on the wafer stage 20 of drawing 3 , for example, you may make it detect an above-mentioned position gap on pixel criteria. Thus, this invention can take composition various in the range which is not limited to the above-mentioned example and does not deviate from the summary of this invention.

[0033]

[Effect of the Invention] According to the 1st best focus measurement method of this invention, the amount of defocusing can be calculated using the interval of the image of the 1st pattern and the 2nd pattern. Therefore, there is an advantage which can measure the position (best focus position) of the best image formation side of a projection optical system only by exposing without changing a focal position. Therefore, since the focal position of a sensitization substrate is not right, when a faulty lot is generated temporarily, it can ask for a best focus position easily, and time loss becomes very small.

[0034] The amount of defocusing can be calculated quickly, without similarly changing a focal position using the interval of the image obtained by the 1st exposure, and the image obtained by the 2nd exposure according to the 2nd best focus measurement method.

[Translation done.]

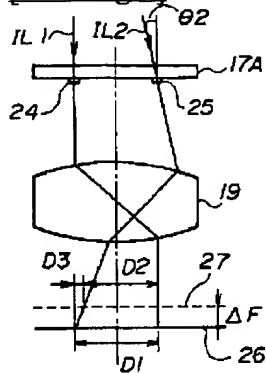
* NOTICES *

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

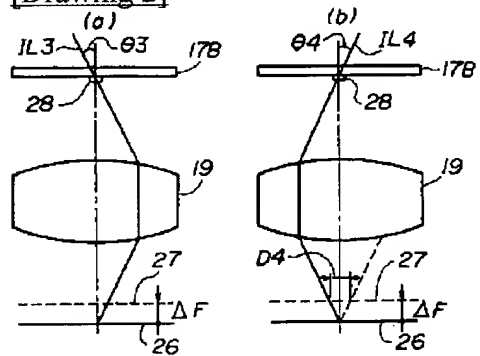
1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

DRAWINGS

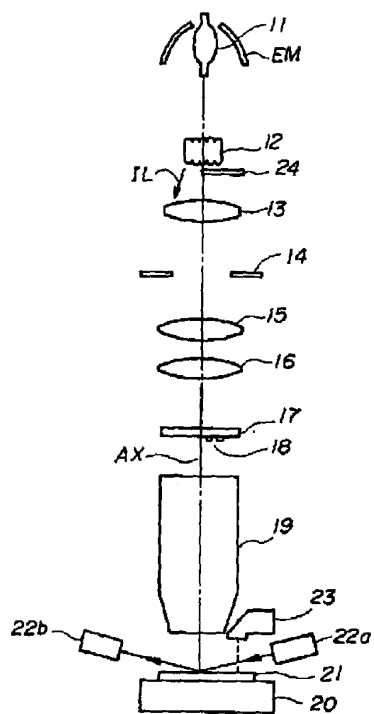
[Drawing 1]



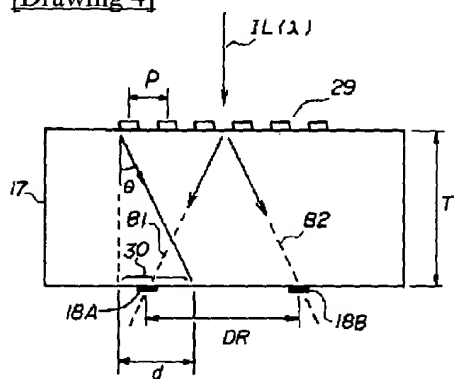
[Drawing 2]



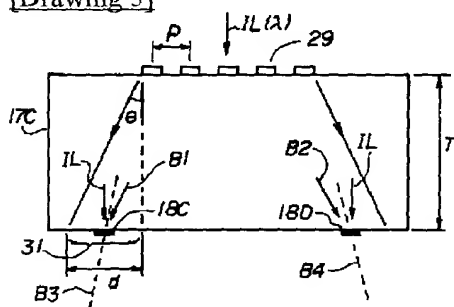
[Drawing 3]



[Drawing 4]



[Drawing 5]



[Translation done.]